

Integrated Application of Intelligent Manufacturing Technology in Large-scale Mechanical Engineering Design

Qiang Wang

Nanjing Technicians College, Nanjing, Jiangsu, 210033, China

Abstract

With the rapid development of technology and the arrival of the Industry 4.0 era, intelligent manufacturing technology has become an important driving force for promoting the transformation and upgrading of the manufacturing industry. In the design of large-scale mechanical engineering, the integrated application of intelligent manufacturing technology is gradually becoming a key way to improve design efficiency, optimize production processes, ensure product quality, and enhance enterprise competitiveness. The paper deeply explores the integrated application of intelligent manufacturing technology in large-scale mechanical engineering design. By analyzing the characteristics and advantages of intelligent manufacturing technology, it elaborates on its specific applications in various stages of large-scale mechanical engineering design, including conceptual design, detailed design, manufacturing and assembly. At the same time, based on practical cases, the important role of intelligent manufacturing technology in improving the quality, efficiency, and innovation capabilities of large-scale mechanical engineering design was demonstrated, and the future development trends were also discussed.

Keywords

intelligent manufacturing technology; large-scale mechanical engineering design; integrated application; innovation development

智能制造技术在大型机械工程设计中的集成应用

王强

南京技师学院, 中国·江苏南京 210033

摘要

随着科技的飞速发展和工业4.0时代的到来, 智能制造技术已成为推动制造业转型升级的重要驱动力。在大型机械工程设计中, 智能制造技术的集成应用正逐步成为提升设计效率、优化生产流程、确保产品质量及增强企业竞争力的关键途径。论文深入探讨了智能制造技术在大型机械工程设计中的集成应用, 通过分析智能制造技术的特点和优势, 阐述了其在大型机械工程设计各个阶段的具体应用, 包括概念设计、详细设计、制造与装配等。同时, 结合实际案例, 论证了智能制造技术对提高大型机械工程设计质量、效率和创新能力的积极作用, 并对未来的发展趋势进行了展望。

关键词

智能制造技术; 大型机械工程设计; 集成应用; 创新发展

1 引言

随着科技的不断进步, 智能制造技术在工业领域的应用越来越广泛。大型机械工程作为国民经济的重要支柱, 其设计与制造水平直接关系到国家的工业实力。将智能制造技术集成应用于大型机械工程设计中, 不仅可以提高设计效率和质量, 还能实现个性化定制、智能化生产和可持续发展。因此, 深入研究智能制造技术在大型机械工程设计中的集成应用具有重要的现实意义。

【作者简介】王强(1984-), 男, 本科, 从事机械制造及自动化研究。

2 智能制造技术概述

2.1 智能制造技术的定义与特点

智能制造技术是一种将人工智能、物联网、大数据、云计算等先进技术与传统制造技术相结合, 以实现制造过程智能化的新型制造模式。其具有高度自动化的特点, 通过自动化设备和系统实现生产过程的自动化操作, 减少人工干预, 从而提高生产效率和质量。具备智能化特性, 利用人工智能技术如机器学习、深度学习、专家系统等, 实现智能设计、智能诊断和智能控制, 提升生产过程的智能化水平。具有柔性化优势, 能够快速适应市场需求的变化, 实现多品种、小批量的生产, 增强企业的市场竞争力。体现集成化, 将各种先进技术和设备集成在一起, 促使生产过程协同工作, 提高生产效率和质量。还强调绿色化, 注重环境保护和资源节约, 实现绿色制造, 降低能源消耗和环境污染^[1]。

2.2 智能制造技术的关键技术

智能制造技术的关键技术包括人工智能技术、物联网技术、大数据技术和云计算技术。人工智能技术涵盖机器学习、深度学习、专家系统等，用于实现智能设计、智能诊断和智能控制等。其中，机器学习和深度学习能通过对大量数据的学习和分析，自动提取特征和规律，实现对生产过程的智能控制和优化。专家系统则可利用专家知识和经验，对生产过程中的问题进行诊断和解决。物联网技术通过传感器、射频识别等技术实现设备之间的互联互通，进而实现生产过程的实时监控和管理。传感器能够实时采集生产过程中的各种数据，如温度、压力、流量等，并通过物联网将这些数据传输到中央控制系统。大数据技术对生产过程中产生的大量数据进行采集、存储、分析和挖掘，为决策提供支持，通过对大数据的分析，可以发现生产过程中的潜在问题和优化空间，为企业决策提供科学依据。云计算技术提供强大的计算和存储能力，实现资源共享和协同工作，企业可将生产过程中的数据和计算任务上传到云端，利用云计算的强大能力进行处理和分析。

3 工程概述

以“智能大型起重机工程”为例，该项目主要在国内大型机械制造产业园区进行。施工内容涵盖大型起重机的设计、制造与装配等多个环节。在设计方面，需充分考虑结构强度、稳定性、起重能力等复杂因素。制造过程涉及高精度的加工以及严格的质量控制。项目总投资巨大，具体金额因实际情况而定。传统的大型起重机设计和制造方法存在设计周期长、成本高、质量不稳定等问题。本项目积极应用智能制造技术，通过建立数学模型和仿真分析，快速优化设计参数，提高产品性能和可靠性。同时，采用智能加工和检测技术，实现高精度的加工制造和质量控制，确保产品质量，有效地解决了传统方法带来的诸多难题，极大地提高了大型机械工程的设计和制造水平。

4 智能制造技术在大型机械工程设计中的应用

4.1 概念设计阶段

在概念设计阶段，包含智能需求分析与智能方案设计。智能需求分析利用大数据技术对市场需求、用户反馈等信息进行分析，挖掘潜在设计需求，为概念设计提供依据。例如，对起重机市场进行大数据分析，可了解用户对起重能力、工作半径、稳定性以及智能化程度、操作便捷性等方面的需求，设计团队据此在概念设计阶段考虑提高起重机性能和智能化程度，以满足用户需求。智能方案设计则借助人工智能技术，如遗传算法、模拟退火算法等，进行多方案优化设计，快速生成满足设计要求的最优方案。在概念设计阶段，考虑多种设计方案以满足不同需求和约束条件，利用人工智能技术可快速生成多种设计方案，并通过优化算法进行评估和优化，选择最优方案^[2]。例如，在起重机概念设计中，利用遗

传算法对结构参数、起重能力、工作半径等进行优化设计，通过不断迭代和优化，快速生成最优方案，提高设计效率和质量。

4.2 详细设计阶段

在详细设计阶段，包括智能参数设计、智能结构设计和智能协同设计。智能参数设计通过建立数学模型和仿真分析，优化设计参数以提高产品性能和可靠性。在详细设计阶段需对产品各个参数精确设计，利用数学模型和仿真分析可对产品性能进行预测和优化，提高设计准确性和效率。例如在起重机详细设计中，建立力学模型和有限元模型，对结构强度、稳定性、起重能力等进行仿真分析，通过分析不同参数组合下的仿真结果优化设计参数，提高起重机性能和可靠性。智能结构设计利用三维建模技术和有限元分析等手段进行结构优化设计，降低产品重量和成本。此阶段结构设计至关重要，三维建模技术可直观展示产品结构和形状，方便设计人员设计和修改，有限元分析等手段能对产品结构的强度、刚度、稳定性等进行分析，优化结构设计以降低产品重量和成本。如在起重机结构设计中，利用三维建模技术建立三维模型直观展示结构形状，同时利用有限元分析进行结构分析，优化结构降低起重机重量和成本，如图1所示。智能协同设计借助物联网技术和云计算平台，实现设计团队之间的协同工作，提高设计效率和质量。在大型机械工程设计中，多个设计团队常需协同工作完成设计任务，利用物联网技术和云计算平台可实现实时沟通与协同，如在起重机设计中，不同设计团队通过物联网技术和云计算平台实时共享设计数据和信息，协同完成结构设计、电气设计、控制系统设计等任务，还可通过云计算平台进行远程协作和交流，提高设计效率和质量。

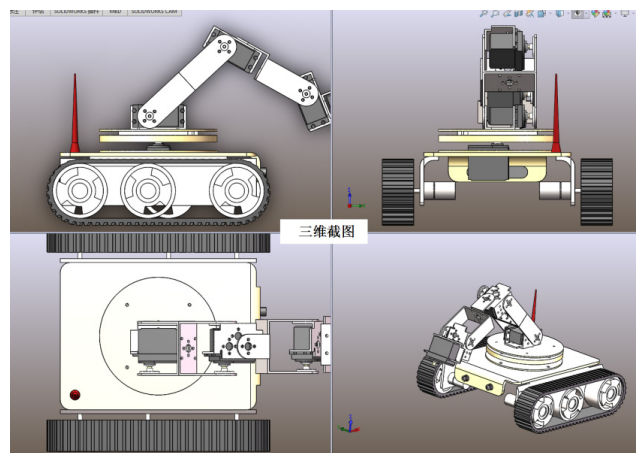


图1 智能结构设计的三维建模图

4.3 制造与装配阶段

在制造与装配阶段，涵盖智能加工、智能检测和智能装配。智能加工采用数控加工技术、机器人加工技术等，实现高精度、高效率的加工制造，提高加工制造的精度和效率，确保产品质量。数控加工技术可实现高精度加工操作，机器

人加工技术能实现自动化加工操作,提高生产效率和质量^[3]。例如在起重机制造中,采用数控加工技术对关键零部件进行高精度加工制造,确保尺寸精度和表面质量,同时采用机器人焊接技术实现自动化焊接操作,提高焊接质量和效率。智能检测利用传感器和检测设备,对加工过程和产品质量进行实时检测和控制,及时发现和解决问题以确保产品质量。在起重机制造中,采用传感器和检测设备对焊接过程中的温度、电流、电压等参数进行实时检测和控制,确保焊接质量,同时对加工后的零部件进行尺寸检测和表面质量检测,保证零部件质量符合要求。智能装配采用自动化装配技术和机器人装配技术,提高装配效率和质量,降低人工操作的误差和风险。自动化装配技术可实现零部件的自动输送、定位和装配,机器人装配技术能实现复杂零部件的装配操作,提高装配效率和质量。例如,在起重机装配中,采用自动化装配技术实现零部件的自动输送和定位,提高装配效率和准确性,同时采用机器人装配技术对起重机关键零部件进行装配操作,提高装配质量和效率。

5 智能制造技术在大型机械工程设计中的优势

5.1 提高设计效率

提高设计效率方面,智能制造技术具有显著优势。它可以实现自动化设计、协同设计和快速优化设计,从而大幅缩短设计周期,提高设计效率。其中,自动化设计利用人工智能技术和软件工具,能够实现部分设计任务的自动化操作,减少人工干预,进而提升设计效率。协同设计借助物联网技术和云计算平台,实现设计团队之间的协同工作,不仅提高了设计效率,还提升了设计质量。快速优化设计则利用优化算法和仿真分析等手段,可以快速生成满足设计要求的最优方案,同样有助于提高设计效率。

5.2 提高设计质量

在提高设计质量方面,可通过智能参数设计、结构设计和仿真分析等手段实现。智能参数设计通过建立数学模型和仿真分析,优化设计参数,从而提高产品性能和可靠性。结构设计利用三维建模技术和有限元分析等手段,进行结构优化设计,降低产品重量和成本。仿真分析则通过对产品的性能进行仿真,能够提前发现设计中的问题和不足,以便及时进行改进和优化,降低设计风险。总之,这些手段有助于提高产品的性能和可靠性,降低设计风险。

5.3 实现个性化定制

实现个性化定制方面,智能制造技术表现出色。它可以根据用户的个性化需求,快速生成定制化的设计方案,满足不同用户的需求。具体而言,智能需求分析利用大数据技

术对用户需求进行分析,挖掘潜在的个性化需求,为定制化设计提供依据。智能方案设计借助人工智能技术,进行多方案优化设计,能够快速生成满足用户个性化需求的设计方案。同时,采用柔性制造技术,可以实现多品种、小批量的生产,进一步满足用户的个性化需求。

5.4 提高生产效率和质量

在提高生产效率和质量方面,智能制造技术发挥着重要作用。智能加工、检测和装配技术能够实现高精度、高效率的生产制造,从而提高产品质量和生产效率。其中,智能加工采用数控加工技术、机器人加工技术等,可实现高精度、高效率的加工制造。智能检测利用传感器和检测设备,对加工过程和产品质量进行实时检测和控制,确保产品质量。智能装配采用自动化装配技术和机器人装配技术,提高装配效率和质量。

5.5 促进可持续发展

促进可持续发展方面,智能制造技术有着突出表现。它可以实现绿色制造,降低能源消耗和环境污染,进而促进可持续发展。具体体现在绿色设计上,即在设计阶段考虑产品的环境影响,采用绿色材料和设计方法,降低产品的环境影响。节能生产方面,采用智能加工和检测技术,优化生产过程,降低能源消耗。资源回收方面,在产品生命周期结束后,采用资源回收技术,对产品进行回收和再利用,减少资源浪费和环境污染。

6 结论

智能制造技术在大型机械工程设计中的集成应用是未来发展的必然趋势。通过将人工智能、物联网、大数据、云计算等先进技术与传统制造技术相结合,可以实现大型机械工程设计的智能化、高效化和绿色化。然而,目前智能制造技术在大型机械工程设计中的应用还存在一些问题,如技术标准不统一、人才短缺等。未来,需要进一步加强技术研发和人才培养,完善技术标准和规范,推动智能制造技术在大型机械工程设计中的广泛应用。相信在不久的将来,智能制造技术将为大型机械工程设计带来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 瞿浩翔,徐江,孙守迁.智能制造人机协同技术哲学知识论研究[J].中国工程科学,2024,26(1):225-238.
- [2] 陆智俊.基于系统工程理论的工程机械行业智能制造技术体系的设计与实践[J].智能制造,2024(1):32-37.
- [3] 张振海.机电一体化技术在汽车智能制造中的应用研究[J].汽车知识,2024(1):24.